Université Abdelmalek Essâadi
Faculté des Sciences
Département de Physique
Tétouan

0.B

Année : 2008/2009
SMA-SMI

TD d'Eléctricité
Série n° 4

Exercice 1 :

On considère un métal dans lequel la conduction est assurée par des électrons de charge –e et de masse m ; n est la concentration. A l'instant t = 0, la vitesse moyenne des électrons libres est supposée nulle. On applique un champ électrique statique uniforme de vecteur $\vec{E}$ qui communique aux électrons de conduction une vitesse moyenne $\vec{v}$. Les électrons subissent de la part du matériau une force résistance, aux frottements visqueux, de la forme :

$$\vec{f} = -(m/\tau_r)\vec{v} \qquad où\ \tau_r \text{ est le temps de relaxation des électrons.}$$

1. Ecrire l'équation différentielle du mouvement des électrons.
2. Intégrer cette équation et en déduire la variation de $\vec{v}(t)$
3. Montrer que s'établit un régime permanent correspondant à une vitesse limite $\vec{v}_\ell$ que l'on déterminera.
4. A quel instant t_1, fonction de τ_r, $\|\vec{v}\|$ est-elle égale à 95 % de $\|\vec{v}_\ell\|$?

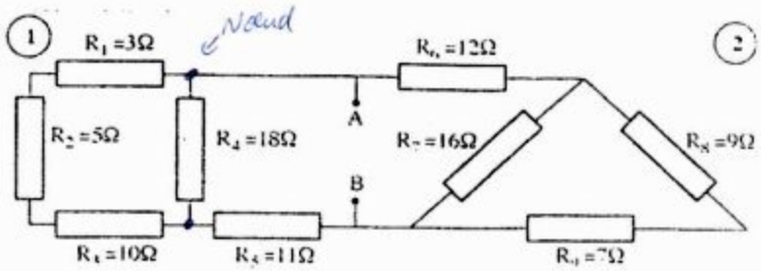
Exercice 2 :

Un fil cylindrique homogène d'axe Ox, de section droite s, de longueur ℓ et de résistivité ρ, est soumis à la différence de potentiel $V_1 - V_2$ appliquée entre ses extrémités. Le vecteur densité de courant $\vec{J}$ (M) = $j\,\vec{e}_x$ est constant à l'intérieur du conducteur.

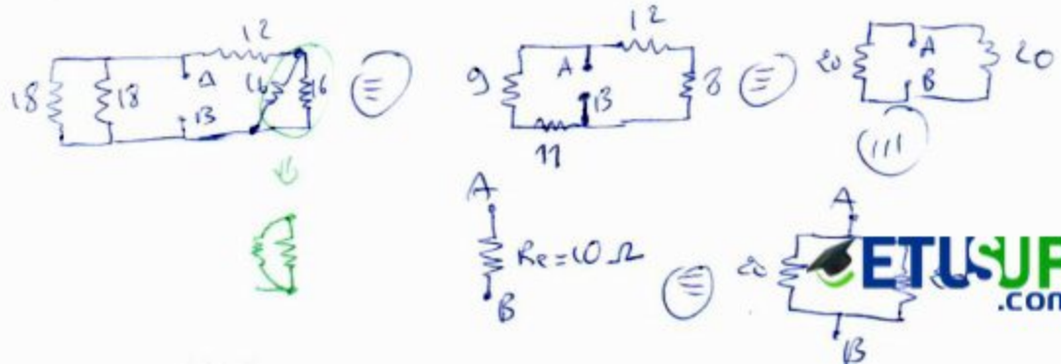
1. Calculer en fonction de j et de s l'intensité I du courant qui parcourt le conducteur.
2. Déterminer en fonction de $V_1 - V_2$ le vecteur champ électrostatique $\vec{E}$ dans le conducteur.
3. Déduire de la loi d'Ohm locale les expressions de la loi d'Ohm macroscopique et de la résistance du conducteur.
4. Etablir l'expression de la loi de Joule macroscopique à partir de celles de $\vec{j}$ et de $\vec{E}$.

Exercice 3 :

Déterminer la résistance équivalente entre A et B de l'association de conducteurs représentée sur la figure suivante :



R1 R2 R3 en série ⇒



ETUSUP .com

Exercice 1

$q_e = -e$ de masse m

A $t=0 \Rightarrow \vec{v} = \vec{0}$

$\vec{E} = \vec{cte}$ $\quad \vec{f} \leftarrow \vec{E} \; -e \; \vec{v} \rightarrow \vec{F}$ $\quad \vec{f} = -\frac{m}{\tau_n}\vec{v}$ $\quad \vec{F} = q\vec{E} = -e\vec{E}$

① Equation différentielle du mouvement des électrons :

P.F.D $\Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} = m\vec{\gamma} = m.\frac{d\vec{v}}{dt}$

$$\vec{f} + \vec{F} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$-\frac{m}{\tau_n}\vec{v} - e\vec{E} = m\frac{d\vec{v}}{dt} \Leftrightarrow +\frac{1}{\tau_n}\vec{v} + \frac{e}{m}\vec{E} + \frac{d\vec{v}}{dt} = 0$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{1}{\tau_n}\vec{v} = -\frac{e}{m}\vec{E}}$$

② Calcul de $\vec{v}(t)$:

La solution complète = S.S.M + S.P

• S.S.M : $\frac{dv}{dt} + \frac{1}{\tau_n}v = 0 \Leftrightarrow \int \frac{dv}{v} = -\int \frac{dt}{\tau_n}$

$$\Leftrightarrow \operatorname{Log} v = \frac{-t}{\tau_n} + cte \Leftrightarrow \operatorname{Log} v = \frac{-t}{\tau_n} + \operatorname{Log} k$$

$$\Leftrightarrow \operatorname{Log} v - \operatorname{Log} k = -t/\tau_n \Leftrightarrow \operatorname{Log}\frac{v}{k} = -t/\tau_n$$

$$\Leftrightarrow \frac{v}{k} = e^{-t/\tau_n} \Leftrightarrow \boxed{\vec{v}_1 = \vec{k}.e^{-t/\tau_n}}$$

* S.P : $\vec{v} = \vec{v}_2 = \vec{cte}$

$$\Rightarrow \frac{d\vec{v}}{dt} = 0 \Rightarrow \underbrace{\frac{d\vec{v}}{dt}}_{0} + \frac{1}{\tau_n}\vec{v} = -e/m\,\vec{E}$$

$$\boxed{\vec{v}_2 = \vec{v} = -\frac{e\tau_n}{m}\vec{E}}$$

Donc finalement :

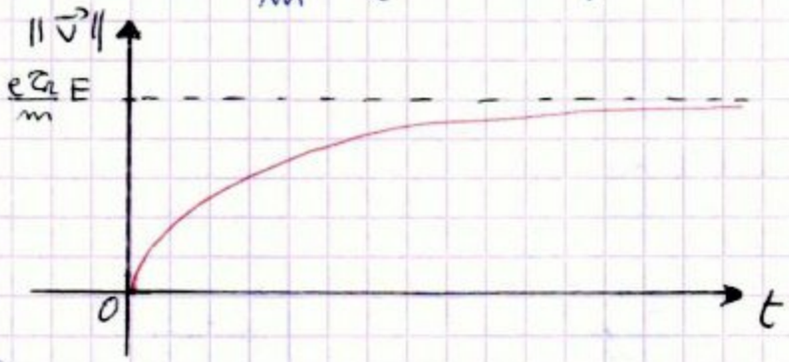
$$\vec{v}(t) = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{k}e^{-t/\tau_n} - \frac{e\tau_n}{m}\vec{E}$$

Or à $t=0 \Rightarrow \vec{v}=0 \Rightarrow 0 = \vec{k} - \frac{e\tau_n}{m}\vec{E} \Leftrightarrow \boxed{\vec{k} = \frac{e\tau_n}{m}\vec{E}}$

$$\Rightarrow \vec{v}(t) = \frac{e\tau_n}{m}e^{-t/\tau_n}\vec{E} - \frac{e\tau_n}{m}\vec{E} = \boxed{(e^{-t/\tau_n} - 1)\frac{e\tau_n}{m}\vec{E}}$$

ETUSUP .com

$$\|\vec{v}(t)\| = \frac{e\tau_n}{m} E\left(1 - e^{-t/\tau_n}\right)$$



③ Régime permanent pour $t \to \infty$ dans ce cas :

$$\lim_{t\to+\infty} \vec{v}(t) = \frac{e\tau_n}{m}\vec{E} = \vec{v_\ell}$$

④ Calcul de t_1 tel que $\|\vec{v}\| = 95\% \|\vec{v_\ell}\|$

$$\frac{e\tau_n}{m} E\left(1 - e^{-t/\tau_n}\right) = \frac{95}{100} \cdot \frac{e.\tau_n}{m} \cdot E$$

$$\underbrace{\frac{100}{100} \cdot \frac{e\tau_n}{m} E} - \frac{e\tau_n}{m} E e^{-t/\tau_n} - \underbrace{\frac{95}{100} e \frac{\tau_n}{m} E} = 0$$

$$\cancel{\frac{e\tau_n}{m}} \cancel{E} e^{-t/\tau_n} = \frac{5}{100} \cancel{\frac{e\tau_n}{m}} \cancel{E} \iff e^{-t/\tau_n} = \frac{5}{100} = 1/20$$

$$\text{Log}\, e^{-t/\tau_n} = \text{Log}(1/20) \iff +\frac{t}{\tau_n} = -\text{Log}\left(\frac{1}{20}\right) = \text{Log}\left(\frac{1}{20}\right)^{-1} = \text{Log}\, 20$$

$$\iff \frac{t}{\tau_n} = \text{Log}\, 20 \iff t_1 = \tau_n \text{Log}\, 20 \qquad (\text{Log}\, 20 \simeq 3)$$

$$\boxed{t_1 \simeq 3\tau_n}$$

Exercice 2

ETUSUP .com

ETUSUP.com

Programmation
Cours
Informatique
Optique
Chimie
Algébre
Corrigés
Mathématiques
Travaux Pratiques
Electricité
Physique
Résumés
Analyse
Diapo
Exercices
Livres
Contrôles Continus
Langues
MTU
Mécanique
Thermodynamique
Multimedia
Divers
Economie
Travaux Dirigés
Droit
Chimie Organique

et encore plus..